

Composition chimique du lait

Le lait est un mélange complexe constitué à 90% d'eau et qui comprend :

- une solution vraie : sucre + protéines solubles + minéraux + vitamines hydrosolubles
- une solution colloïdales : protéines, en particulier les caséines
- une émulsion : matières grasses

La densité du lait est de 1,030 à 1,034.

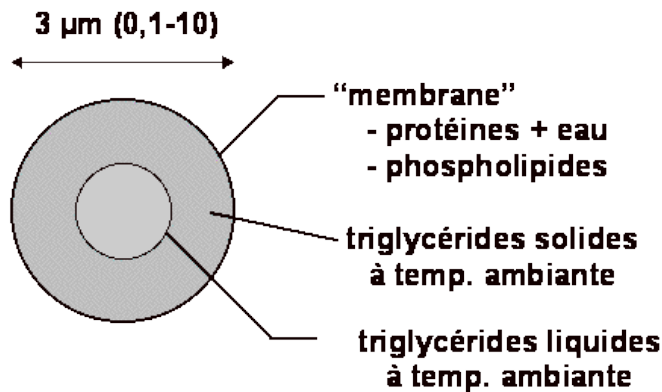
Le pH du lait est proche de la neutralité : 6,6 à 6,8.

Composition chimique moyenne du lait de vache (en g/l)

Matière sèche (MS)	125 à 135
Humidité	900 à 910
Glucides	48 à 50 Lactose
Matières azotées totales (MAT)	31 à 38 Lait standard : 32
N non protéique	0,01 à 1,2 urée : 0,3 à 0,4
Lipides	35 à 45 Lait standard : 40
Cendres	7 à 7,5 Calcium : 1 à 1,4 Phosphore : 0,8 à 1,1 Magnésium : 0,12 Fer : 0,6 mg/l

● Les lipides

Les matières grasses sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras.



Dans le lait de vache, ces globules gras mesurent en moyenne de 1 à 5 microns (jusqu'à 22 microns) de diamètre. Les triglycérides liquides à température ambiante sont au centre du globule, les triglycérides solides à température ambiante sont à la périphérie, à la surface du globule, il y a une "membrane" formée de protéines, d'eau et de minéraux face externe et de phospholipides face interne.

La teneur en matières grasses du lait est appelée **Taux Butyreux (TB)**.

● Variation de la teneur en matière grasse (variation du TB)

Pour le lait de vache, le taux butyreux varie, en moyenne, entre 35 et 45 ‰ (g/kg). Le taux butyreux varie :

- en fonction de la race et de la génétique de la vache. Par exemple, le lait des vaches Normandes est plus riche que le lait des Prim'Holstein. Le lait des vaches de race Jersiaise est très riche en matières grasses.
- en fonction du stade de lactation. Au cours d'une lactation, le taux butyreux varie en sens inverse de la quantité journalière de lait produit, c'est au pic de lactation, en début de lactation que le taux butyreux est le plus faible.
- au cours de la traite, c'est pourquoi, la définition légale du lait précise que c'est le produit de la traite intégrale.
- en fonction de la photopériode. Le taux butyreux est plus faible en été lors des jours longs.
- en fonction de l'alimentation.

* tous les facteurs alimentaires qui peuvent conduire à une acidose ruminale (excès d'amidon, déficit en cellulose brute (<17%), défaut de fibrosité, défaut de transition alimentaire) et donc à une diminution de la production ruminale d'acétate peuvent provoquer une chute du taux butyreux.

* les aliments riches en sucres simples (betteraves, mélasse, lactosérum, ensilage de maïs) augmentent la production ruminale de butyrate, ce qui est très favorable à de bons TB (si ils ne sont pas distribués en excès ce qui provoquerait une acidose).

* les suppléments lipidiques de la ration des vaches laitières ont un effet variable :

- avec des rations très pauvres en lipides (foin, ensilage d'herbe), une supplémentation lipidique modérée augmente le taux butyreux, la proportion d'acides gras longs est augmentée alors que la proportion d'acide gras moyens est diminuée.

- lorsque le taux de lipides de la ration dépasse un seuil (en général, de l'ordre de 6% pour les lipides non protégés), le taux butyreux est diminué (HODEN et COULON 1991).

● Composition chimique et origine des lipides du lait

Les lipides du lait sont constitués de

- 98% des **triglycérides**
- 1% de phospholipides
- 1% de stérols (cholestérol), tocophérol et vitamines liposolubles.

Les **acides gras du lait sont très variés**. Le lait contient des :

- acides gras à chaîne courte de C_4 à C_8 (C_4 3%, C_6 3,5%, C_8 1%).
- acides gras à chaîne moyenne C_8 à C_{14} (C_8 1%, C_{10} 3%, C_{12} 3%, C_{14} 9%).
- acides gras à chaîne longue (C_{16} 25% à 30% et surtout C_{18} 40 à 48%).

L'origine des acides gras du lait est double :

- les acides gras dont la chaîne carbonés contient de 4 à 12 atomes de carbones sont synthétisés par la mamelle à partir de précurseurs sanguins : l'acétate et le butyrate d'origine ruminale. Ces acides gras sont nettement plus abondants dans le lait de ruminant que dans le lait des monogastriques.
- les acides gras dont la chaîne carbonés contient 18 (et plus) atomes de carbones sont directement prélevés dans le plasma sanguin. ils proviennent de l'alimentation, des réserves adipeuses ou d'une synthèse dans d'autres tissus que la mamelle.
- les acides gras à 14 et 16 atomes de carbones proviennent soit d'une synthèse de novo par la mamelle soit d'un prélèvement dans le flux sanguin.

La teneur en acides gras insaturés est :

- faible dans le lait de ruminants, de l'ordre de 30% des acides gras.
- moyenne dans le lait de monogastriques, supérieure à 40%.

Le lait de ruminants est pauvre en acide gras essentiels (3%) alors que le lait de monogastrique atteint 10% d'AGE.

Compte tenu de leur richesse en acides gras courts, les matières grasses du lait sont très digestes.

● **Les glucides du lait**

Le **lactose** est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques.

Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux.

Le lactose est un sucre spécifique du lait. C'est un diholoside, composé d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. Le lactose est fabriqué par la mamelle, à partir d'acides gras volatils chez les ruminants.

Le lactose est le seul sucre qui puisse être utilisé correctement par le jeune animal. Car le tube digestif du très jeune animal possède une lactase mais ne possède pas de saccharase, ni de maltase, ni d'amylase.

● **Les matières azotées totales (MAT)**

Le taux de matières azotées totales du lait est appelé **Taux Protéique** (TP). Le TP est une caractéristique importante du lait. Comme le taux butyreux, le TP conditionne la valeur marchande du lait, plus le TP sera élevé par rapport à une référence et plus le lait sera payé cher au producteur (paiement du point de TP). En effet plus le taux protéique (TP) est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon.

● Composition chimique et origine des matières azotées totales du lait

Les protéines du lait représentent 95% des matières azotées totales.

Le 5% restant sont constitués :

- d'acides aminés libres et de petits peptides
- d'azote non protéique, essentiellement de l'urée (0,3 à 0,4 g/l) mais aussi de la créatinine, de l'acide urique,...

Les protéines du lait forment un ensemble assez complexe constitué de :

- 80% de **caséines**, c'est-à-dire l'ensemble de protéines précipitables à pH 4,6 ou sous l'action de la présure en présence de calcium. Les différentes caséines forment avec du phosphate de calcium, un complexe qui se présente sous la forme d'un **micelle**.
- protéines solubles : lactalbumines, lactoglobulines, sérum albumines, immunoglobulines.
- 90% des protéines du lait sont synthétisées par la mamelle (et sont spécifiques du lait), les caséines sont entièrement synthétisées par la mamelle, les lactoglobulines sont des protéines sanguines modifiées par la mamelle.
- 10% des protéines du lait (sérum albumines, immunoglobulines) proviennent directement du sang.

● Variation de la teneur en matière protéique (TP)

Le taux protéique (TP) varie essentiellement :

- en fonction de la race. Par exemple, le lait des vaches Normandes est plus riche que le lait des Prim'Holstein.
- en fonction de la génétique, des souches de vaches ou de chèvres sont sélectionnées pour leurs excellents taux protéiques.
- en fonction de la photopériode. Le taux butyreux est plus faible en été lors des jours longs.
- en fonction de l'alimentation

* le principal facteur alimentaire est l'apport d'énergie. Si les besoins énergétiques de l'animal ne sont pas couverts, il y a une diminution du taux protéique. Une sous-alimentation totale ou protéique provoque une chute du taux protéique (TP) en plus d'une chute de la production laitière dans toutes les espèces.

Chez la vache laitière, si la ration est riche en énergie, la synthèse protéique est stimulée. Par contre, un excès de protéines alimentaires n'augmente pas le taux protéique (TP) mais augmente le taux d'azote non protéique en particulier le taux d'urée. Le taux d'urée du lait est identique à celui du sang de la vache. et peut être utilisé comme un indicateur d'une sur-nutrition protéique.

* chez les vaches laitières très hautes productrices, l'apport d'acides aminés limitants (lysine, méthionine le plus souvent) protégés des dégradations ruminales (tourteaux tannés, acides aminés de synthèse protégés) peut permettre une augmentation modérée du taux protéique (environ + 1 g / kg).

Sur le plan qualitatif, les protéines du lait ont une efficacité nutritionnelle très élevée car elles ont :

- une bonne valeur biologique c'est-à-dire un bon équilibre en acides aminés indispensables.
- une digestibilité très élevée (90 à 96% pour leur Coefficient de Digestibilité apparente).

Les protéines du lait sont particulièrement bien adaptée à la croissance rapide, ce qui est le cas des très jeunes animaux.

● **Les minéraux**

● Calcium et phosphore

Le taux moyen de calcium est de 1,3 g/kg, le taux moyen de phosphore est de 1 g/kg, le rapport phospho-calcique proche de 1,4. La disponibilité du calcium et du phosphore du lait est suffisante, ainsi il n'est jamais constaté d'accidents osseux chez un animal allaité.

Les teneurs en calcium et en phosphore sont indépendantes de l'alimentation.

● Magnésium

La teneur en magnésium du lait de vache est de l'ordre de 120 mg/l. Ce taux correspond à la limite inférieure des besoins, ce qui prédispose les veaux de boucherie sous la mère à la tétanie par hypomagnésémie.

● Fer

Le lait est pauvre en fer, particulièrement chez la vache (0,6 mg/kg).

La teneur en fer du lait ne couvre pas les besoins du jeune dans toutes les espèces, c'est pourquoi, les jeunes naissent avec une réserve de fer stocké dans le foie. Cette réserve est normalement suffisante pour couvrir les besoins durant la période d'alimentation lactée exclusivement.

Néanmoins le veau de boucherie, qui est élevé jusqu'à l'abattage avec une alimentation exclusivement lactée, présente une anémie qui explique la couleur clair de sa viande.

Chez les porcelets nouveaux-nés, il existe une pathologie liée à une carence en fer. En élevage, une injection préventive de fer est effectuée à tous les porcelets durant leurs premiers jours de vie afin de limiter la mortalité.

● **Les vitamines**

Le lait contient des :

- vitamines liposolubles A, D₃ et E. Leur teneur dépend beaucoup de l'alimentation quelque soit l'espèce animale considérée.
- vitamines hydrosolubles. Les taux de vitamine du groupe B sont plus constant chez les ruminants car ces vitamines sont synthétisées par les bactéries du rumen. Chez les monogastriques, leur taux est lié à l'alimentation.

● **Variations de la composition chimique du lait en fonction des espèces**

Il existe des variations assez importantes de la composition chimique du lait en fonction de l'espèce, en particulier en ce qui concerne le taux de matière sèche. Certaines de ces variations sont en relation avec la

vitesse de croissance du jeune.

Composition chimique moyenne du lait dans différentes espèces (en g/l)

	Matière sèche (MS)	Matière protéique	Lipides (MG)	Lactose	Cendres (MM)	Calcium (Ca)	Phosphore (P)
Vache	132	35	38	50	7,2	1,25	0,95
Chèvre	115	34	35	45	8	1,35	1
Brebis	185	60	70	45	8,7	1,9	1,5
Buffle	174	38	77	48	7,8	1,8	1,8
Jument	105	25	16	61	4,5	1	0,6
Ânesse	100	20	14	62	4		
Truie	183	60	66	54	9,5	2,2	1,5
Chienne	246	112	96	31	7,3	2,8	2,2
Chatte	271	95	68	100	7,5	1,35	0,7
Lapine	287	123	131	19	21	5	5
Femme		13	39	70	2	0,3	0,15